التقنية الآلية

عند العرب

للدكتور : دونالد هل
الاستاذ في جامعة لنـــدن

ترجمة وتعليق

سليم طه التكريتي

مقدمة المترجم

لم تدع الحضارة العربية الاسلامية علماً من العلوم التي عرفت في العصر الذي ازدهرت فيه ، الا اخذت منه بنصيب اوفر ، وادخلت عليه المزيد من التحسينات والاضافات .

وحتى في مجال استنباط المكائن والآلات التي تتحرك بصفة ارادية ، كان للعرب المسلمين الباع الاول في صنع هذه الآلات واختراع انواع جديدة منهـــا لم يسبقهم اليها احد قبلا .

والشيء المدهش هو ان الحضارة العربية الاسلامية كانت حتى في هذا الميدان من المصادر المهمة للحضارة الغربية الراهنة ، وذلك بشهادة المنصفين من العلماء الغربيين الذين توفروا على دراسة الحضارة العربية الاسلامية دراسة موضوعية مسهبة ، وردوا الكثير من نواحي حضارة الغرب في الوقت الحاضر الى أصولها العربية الاسلامية.

من خيرة الكتب واكثرها جدة ، التي صدرت عن الحضارة العربية ، كتاب

اصدرته اللجنة التي اشرفت على تنظيم مهرجان العالم الاسلامي بلندن سنة ١٩٧٧ ونشرته مؤسسة مطبعة « فيدون » باكسفورد .

وعنوان الكتاب هو « عبقرية الحضارة العربية مصدر النهضة الاوربية

The Genius of Arab Civilization Source of Renaissance

والكتاب يقع في حوالي مئتين واربعين صفحة من القطع الكبير جدا ، ومطبوع طباعة انيقة فاخرة ، وعلى ورق صقيل ، ومحلى بالعديد من الصور والرسوم والخرائط الملونة وهو يتألف من مقدمة واحد عشر فصلا تناولت مختلف نواحي الحضارة العربية الاسلامية ، وشارك في كتابة بعض هذه الفصول عدد من كبار العلماء العرب المتخصصين ، والاساتذة الأجلاء في قسم كبير من الجامعات الغربية.

ولقد عكفنا منذ امد على ترجمة هذا الكتاب القيم ، والتعليق عليه ، واعداده للنشر ، ونحن نوشك ان ننتهي من ترجمته قريباً. وقد اخترنا منه هذا الفصل الذي يتحدث عن التقنية الآلية ، كتبه استاذ ومهندس متخصص ، حائز على شهادة الدكتوراه في التأريخ العربي ، ومن مترجماته الاخيرة الى اللغة الانكليزية « كتاب في معرفة الحيل الهندسية » الذي وضعه المهندس العربي الشهير « ابن الجزري » . كما اُلحِقَ بهذا الفصل بحث مركز عن حياة «ابن الجزري» وفنونه في ميدان الميكانيك ، وهو العلم الذي اشتهر لدى العرب باسم « علم الحيل والتراكيب » .

تمهيد :

من بين جميع الميادين التي أبدت مساهمات مهمة في تقدم الحضارة ، ميادين التقنية الآلية ، التي لم تحظ إلا بالدراسات القليلة . وكنتيجة لذلك كان المؤرخون الذين يدرسون الحركة التقنية في اوربا وفي الشرق الاقصى ، يواجهون عائقاً خطيراً هو عدم القدرة على ايجاد مقارنات مع المادة الدراسية التي تخص الشرق الاوسط.

واكثر من ذلك خطورة هو وجود إعتقاد مدمر له جذور في الغرب وفي الاقطار العربية ، مؤداه أن التقنية هي انجاز غربي خالص ، وان نتاجاتها ، حسنة كانت ام سيئة ، انما هي مستوردات اجنبية عبر بقية العالم .

ولقد كانت لهذه الفكرة الخاطئة تأثيرات اجتماعية وسياسية لم يحسب حسابها في الوسائل التي تنظر بها الشعوب احدها نحو الآخر . فلم تكن الثقافة امتيازاً خالصا لشعوب مفرد ، او لمجموعة من الشعوب . فقد كانت تزدهر في اي مكان، وفي ظل اية ظروف تكون ملائمة لتعاظمها .

ولقد كانت التقنية بصبغة خاصة ، وبسبب عدم تقيدها بالايديولوجيات نسبياً ، تظهر دوماً عدم قدرتها على الانتشار . ولم يكن هذا الانتشار عملية مستقيمة يقوم بها شعب ما ، ويتركها شعب آخر ، وتنتقل تحسيناتها وتطوراتها الى اخلافـه . فهي بصورة اكثر دقة ، احدى عمليات الإتصال المتبادل ، والتغلغل الناضج بين الشعوب ، بغض النظر عن الانفصال الجغرافي والسياسي .

لقد انتقلت المعرفة في ميدان التقنية الآلية عن طريق التدوين احيانا . والوثائق الباقية — وان كانت كلها قليلة جدا — تعد مصدراً مهماً من المعلومات بالنسبة الى المؤرخين . ومع ذلك ، ولأسباب مختلفة فان المهندسين والصناع في العصور القديمة لم يدونوا النتائج التي توصلوا اليها على الورق. ولذلك فان منجزاتهم لابد انها انتقلت عن طريق كلمة تصدر من الفم ، او عن طريق دليل ثابت على الاشياء التي صنعوها .

مثال ذلك ان المهندس الايطالي الكبير « جوانللو توريانو » الذي عمل والّف في مدن « طليطلة » خلال القرن السادس عشر ، قد استطاع ان يفحص الاعمال التي تستنبط الحركة من الماء ، والتي صنعها اسلافه المسلمون ، وان يعتمد علـى الاسلوب القديم لهندسة المياه الاسبانية العربية . ولذلك فاننا نفترض وجود تأثيـر عربي في انجازات ذلك المهندس ، ولو انه لا يوجد دليل مدون يؤكد هذا الامر .

لسنا نستطيع على الدوام ان نحدد الوسائل الدقيقة القابلة للانتشار . غير انه لما كان كثير من الافكار العربية قد وجدت طريقها فعلا الى مجموع المفردات اللغوية المستعملة في الهندسة الاوربية ، فاننا محقون في اعتقادنا بان معظم هذه الافكار لم يكن من المخترعات المكررة التي تعتبر من الحوادث النادرة في تأريخ التقنيـة ، وانما كانت قد اخذت بصفة مباشرة او غير مباشرة من العرب .

قد يمكن اعتبار ازدهار الفنون الآلية في العالم الاسلامي خلال الفترة بين القرنين التاسع والثالث عشر ، جزءا من اسلوب التقنية الآلية التي تطورت في الشرقين الادنى والاوسط خلال حقبة كبيرة من القرون . فقد استطاع المصريون ، والاغريق والرومان ، والبيزنطيون ان يحققوا – بطرق متباينة – تقدماً مهماً في هذا الشأن .

ومع ان بعض الأفكار قد اقتُبِست بصفة مؤكدة من ايران، والهند ، ومن الشرق الاقصى قبل ظهور الاسلام وما بعده ، فان التراث الرئيسي لدى العرب قد جاءهم من منطقة شرقي البحر الابيض المتوسط ، ومن العالم الهلليني بصفة خاصة .

هناك صنفان رئيسان بشكل جلي للتقنية الآلية العربية.فالصنف الاول هو المكائن المصممة للاستعمال اليومي ، من امثال الطواحين، والآت رفع المياه ، وادوات الحرب . اما الصنف الثاني فهو الآلات المصممة بقصد اثارة الدهشة والغبطة داخل الاوساط الظريفة التي كانت تلتزم بصنعها .

فبالنظر الى الصنف الثاني تتوفر لدينا مصنفات كاملة مكتوبة . اما بالنسبة الى الصنف الاول فليس لدينا مثل هذه المصنفات المدونة .

ومع ان مثل هذا التمييز في الصنف يجب ان يكون من اجل التوافق والملاءمة، الا انه مع ذلك تمييز عرفي لاغيره، ذلك لان مخترعي الآلات الحاذقة او « الحيل » من امثال « ابن الرزاز الجزري » ، كانوا يقومون ايضاً بتصميم المكائن النافعة وكانوا على علم باعمال النجارين ، وصانعي الطواحين ، الذين استقوا منهم الكثير من مفرداتهم اللغوية ، ومن فنونهم وادواتهم وآلياتهم .

كما انهم تعلموا قدرا كبيرا من الصناع المعاصرين لهم ، والذين كانوا يصنعون مواد للاغراض الزخرفية والبيتية من امثال الصاغة ، وصناع المعادن ، والجوهريين ، والخزافين ، والرسامين .

تنبع المعلومات عن منجزات المهندسين العرب من ثلاثة مصنفات بصفة رئيسة . ففي حدود سنة ٨٥٠ م وضع الابناء الثلاثة لشخص يدعى « موسى بن شاكر » الذين عرفوا باسم « بني موسى » ، مؤلفاً عن ادوات الحيل من امثال النافورات ،

والمصابيح المهندمة ، والآلات الموسيقية ، وما شاكلها [1] .

وفي سنة ١٢٠٣ م كتب « رضوان بن الساعاتي » [2] مصنفاً مطولا تناول فيه كيفية اصلاحه لساعة تذكارية تدار بالماء ، كان قد صنعها ابوه واقامها عند بوابة « جيرون » في دمشق [3] .

وفي سنة ١٢٠٦ م وضع « الجزري » كتاباً يصف فيه بعض الالات التي صنعها في مجرى حياته الحافلة بالعمل. وتشتمل هذه الآلات على ساعات مائية، وساعات تتحرك بفتائل القناديل، وآلات حيل، وآلات قياس ، ونافورات، وآلات موسيقية ذاتية ، ومكائن لرفع المياه ، وباب واسعة تذكارية مغلفة بالنحاس والبرنز

لقد كان كتاب الجزري هذا متفوقاً على المصنفين السابقين ، وقد زودنا بمعظم ما لدينا من معلومات عن التقنية لدى العرب . فقد أدخل المؤلف في كتابه هذا سلسلة واسعة ومنوعة من الآلات التي تشمل كل الفنون، والآلات التي استعملها اسلافه ، وكذلك الكثير من الاضافات والتحسينات التي أدخلها عليها .

واكثر من هذا اهمية ان « الجزري » كان ، بشكل جلي ، استاذا ماهرا في الصناعة تماما ، وقد صنف ، بشكل مفصل ودقيق ، كيفية صنع كل آلة . اما المؤلفون الآخرون فقد وصفوا العمل الذي تقوم به آلاتهم بصفة جيدة حقاً ، لكنهم لم يعطوا سوى معلومات مبهمة ومصورة عن كيفية صنع تلك الالات ، وهذا ما يدع المرء يشك في ان هؤلاء كانوا يضعون التصاميم بانفسهم ، ثم يتركون امر تنفيذها الى الصناع .

---

(١) عرف كتاب اولاد موسى بن شاكر المنجم باسم « كتاب حيل بني موسى » ، وقد اشتمل على وصف لكيفية تركيب زهاء مئة جهاز فني ، تاكد الدارسون لهـا من وجود حوالي عشرين جهازا ذا قيمة علمية (المترجم) .

(٢) ابن الساعاتي : رضوان بن محمد الخراساني ولد في دمشق . وكان ابوه عالما بالفلك وبصنع الساعات الموضوعة على مدخل الجامع الاموي لامر الملك نور الدين زنكي . وكان رضوان طبيبا واسع العلم بالادب والفلسفة وصناعة الساعات . استوزره الملك الفائز الايوبي واخوه من بعده وقد توفي رضوان بدمشق سنة ١٢٣٠ م . مخطوطة عن الساعات محفوظة في مكتبة غوتا .

(٣) كتبها صاحب البحث باسم « جيروم » خطأ. وقد نقل المستشرق سلفستر دي ساسي الوصف الذي ذكره « ابن جبير » في رحلته لهذه الساعة، ونقله عنه الرحالة بنيامين التطيلي في القرن الثاني عشر الميلادي (م) .

ومع ذلك فان صناعة الآلات النافعة، عدا الآلات الحربية، كانت تتبع اسلوبا لا ينفصل عن الاسلوب الذي تخلّف من العهود اليونانية والرومانية .

على ان الاهتمام في التطبيق العملي المتزايد للآلات الميكانيكية ، وآلات رفع الماء ، انما ظهر في عصر الخلافة العباسية العظمى خلال القرن التاسع . وقد اشتد هذا الاهتمام بعد ان تمت ترجمة جملة من المصنفات اليونانية في هذا الموضوع الى اللغة العربية ، وعلى الاخص اطروحة « فيلو البيزنطي » [٤] المعنونة « الغازيات » Pneumatic (من المحتمل انه يعود الى القرن الثاني قبل الميلاد) ، وآليات « اهرون الاسكندري » [٥] (القرن الاول بعد الميلاد) .

ومما له اهمية لا تقل عن ذلك ايضاً ، الاطروحة التي اعتبرها « الجزري » مصدرا له ، والتي تتناول كيفية بناء الساعات المائية ، والتي تعزى الى « ارخميدس » وهذه الاطروحة وان كانت قد اشتملت على افكار عالم جليل ، الا ان اصولها لم تفك ، وربما وضع « فيلو » القسم الاول منها ، ثم اضاف المخترعون العرب اليها الاقسام الاخرى .

الآلات المتحركة ذاتياً

كانت لدى الانسان على الدوام رغبة قوية ملحة في استنباط تفسيرات آلية للعالم الذي يحيط به . وقد ادت هذه الرغبة الملحة خلال التأريخ الى صنع الاشياء والادوات التي تضاهي الظواهر الحياتية والكونية . وفضلا عن ذلك فقد كان لشيوخ المهندسين العرب الاجلاء ، اذواق عالمية تخضع لتأثيرات مختلفة . وتعتبر الصور المشابهة للحياة وسائل مقبولة للتعبير الفني . ولذلك فان من المدهش حقاً ان نجد المهندسين العرب يوجهون قابلياتهم الذهنية نحو استنباط الحركة الذاتية .

---

(٤) فيلو ويعرف باسم فيلون ايضا من اوائل اليونانيين الذين بحثوا في القوى المائية وتركيب الآلات الرافعة للمياه وللاثقال وقد اعتبرت اطروحاته « الغازيات » اسبق البحوث عن مفعول القوى الهوائية والغازية (م) .

(٥) اهرون ، او ايرن الاسكندري عالم يوناني في الرياضيات والفيزياء من علماء الاسكندرية في مصر خلال القرن الثاني الميلادي. وقد اشتهر الى جانب الرياضيات بالفيزياء وصنع بعض الآلات ذكر له « ابن النديم » صاحب « الفهرست » ، كتاب « شيل الاثقال » وكتاب « الحيل الروحانية ». وترجم قسطا بن لوقا كتاب الاثقال وهذه الترجمة محفوظة الآن في مكتبات ليدن ، والقاهرة واسطنبول (م) .

تعد الادوات المتحركة بصفة ذاتية هي الاجداد المباشرة للساعات المائية المتقنة التي عرفتها اوربا ، والتي استنبطت منها الساعات الفلكية التي توضع في الكنائس بعد ان كملت هذه الساعات بصنع الدوار فيها . وهذه الادوات يمكن ان تقارن ايضاً بالاستنباطات المعقدة الاخرى للثقافة الغربية ، من امثال البنوك الآلية ، ومكائن البيع ، والآلات الحاسبة .

اما من الناحية الثقافية فان هذه الادوات تعود الى بعض الصفات العجيبة في في الآداب الغربية ، من امثال « دمية بنيتشو » ، او « اولبيا » اي الانسان الراقص الآلي ، وذلك في مقاطع وردت في احدى « حكايات هوفمان » (٦)

ولقد تجسد اسلوب الغبطة الجمالية في النافورات التي صنعها « بنو موسى » ، وانتقلت هذه النافورات عن طريق « الجزري » الى بعض الأشخاص ، من امثال « توماسو دي سيرا » الذي انشأ حدائق مائية في « فيلا دي ايست » وفي مدينة « بانيا » ايضاً .

وكان استعمال الاشكال البشرية اوالحيوانية في صنع الآلات التي تتحرك ذاتياً ، يحظى بلذة غامرة . ففي مصر القديمة ، وفي الجزيرة العربية قبل ظهور الاسلام كان التصوير المجسم مصحوباً ، بعبادة الاوثان . ولذلك كان المسلمون محقين في حظر صنع صور للاشياء الحية .

غير انه لا توجد في الآلات التي تتحرك بصفة ذاتية ، والتي اخترعها المهندسون العرب ، اية اشارة اطلاقاً الى فن الصور البشرية ، كما لا يوجد ادنى ميل لديهم الى اظهار حكام الارض في اشكال ممجدة .

ولقد كانت الاشكال البشرية التي تعد من الاصناف الحقيرة ، كالخدم ، والحجاب ، والموسيقيين ، هي التي يتم تصويرها على الدوام ، وهي تؤدي اعمالها الاعتيادية بصفة حضّار في المجالس . اما الاشكال الحيوانية فانها تبرز الى اقصى

(٦) هو « ارنست تيودور فلهلم هوفمان (١٧٧٦ - ١٨٤٣) قصاص وروائي الماني معروف . ولد في مدينة كونغسبرغ ودرس القانون في جامعتها ، ثم عكف على كتابة الروايات والاقاصيص . وقد اشتهر بحكاياته الاسطورية التي يتناول فيها الحديث عن بعض المخترعات . وربما كانت مصادر بعض تلك الحكايات الاسطورية عربية ايضا (م) .

حد ممكن وهي تمارس أدوارها الطبيعية . مثال ذلك الحمر التي تدير الطواحين ، والطواويس التي تنفش ريش ذيولها ، والقردة التي تقوم باعمال الحيل ، والافاعي التي تحاول ازدراد الطيور .

ومع ان هذه المواضيع والتصاوير كانت تختار لغرض ملاءمة اذواق الحاضرين ، فان « الجزري » كان يدرك تماماً ان بعضاً منها غير ملائم للاغراض الاخرى . فهو يعطي تعليمات مثلا تؤكد بان الصور يجب ان تحذف من الساعات التي يتم نصبها في المساجد .

ولقد اعرب بعض الذين ارخوا التقنية عن عـــدم قناعتهم بذلك ، لان معظم ذكاء المهندسين العرب كان موجهاً نحو تصميم مثل هذه الادوات الشافهة بكل وضوح ، كالآلات التي تتحرك ذاتيا ، بدلا من صنع الآلات النافعة . غير ان مثل هذا الرأي خاطىء تماماً ، ليس لانه يهمل وجود اسلوب عملي لم يدون كتابة حسب ، بل لانه ايضاً يخفق في تقدير مدى المساهمة التي كان يقدمها صانعو الحيل في تقدم تقنية الآلة .

ذلك لأن صنع الآلات المتحركة ذاتياً ، لدى الاغريق ، وفي الاسلام ، واخيراً في اوربا ، كان احد العوامل التي قادت الناس الى تطوير التفسير العقلاني الآلي ، للظواهر الطبيعية ، وهو موقف كانت له ثماره ، وعلى نطاق واسع جدا ، في تطوير العلم الحديث .

وفضلا عن ذلك فان معظم التقنية الحديثة قد تطور من الأدوات المتحركة ذاتيا ، وعلى الأخص في ميدان المكائن والآلات العلمية الدقيقة . ولهذا السبب فان للمكائن التي كانت تحرك الادوات المتحركة ذاتيا ، اهمية عظيمة بل عظمى .

ولقد وصف « بنو موسى » انواعاً واسعة من أدوات الحيل. كما خصص «الجزري» ايضاً جملة فصول لهذه الآلات . مثال ذلك الجرار التي يمكن ان تسحب منهـــا مختلف السوائل عن طريق توجيه سداداتها الى مواقع مختلفة ، وجرار يمكن ان يصب منها الماء الحار ، والماء البارد ، والماء الفاتر ، من فوهة واحدة . وجرار تسكب بصفة ذاتية كمية محدودة من الماء .

فهذه الادوات قد تم الحصول عليها عن طريق الاستعمال الحاذق للممصات، والطوافات، والصمامات، وبالتطبيق التجريبي للمبادئ التي تخص القوى المائية والهوائية. ويصف الكتابان معا النافورات التي يتغير شكلها في فترات منتظمة، والآلات الموسيقية التي تطلق اصواتا بصفة ذاتية، والتي يكون تركيبها مماثلا لتركيب النافورات.

ومع ذلك فقد كانت الساعات التذكارية الهائلة التي صنعها « الجزري » هي التي استخدمت معظم الانظمة الفعالة للحركة الذاتية. فالدوائر التي تصور البروج، والشمس، والقمر، تدور كلها بسرعة ثابتة. فالطيور تلقي من مناقيرها كريات على صنوج لتعلن بالصوت مرور ساعة من الزمن وهناك ابواب تنفتح من ذاتها لتكشف عن وجود تماثيل صغيرة. وفي فترات منتظمة يبدأ الموسيقيون كالطبالين، والبوقيين، وناقري الدفوف، وما شاكلهم، بالضرب على آلاتهم.

والمعتاد ان يتم تحريك الآلات المتحركة ذاتيا عن طريق طوافة تغطس الى معدل ثابت في احد احواض الماء، فتربط حلقة في رأس الطوافة تلتف حول عجلة بكرة تكون هي المحرك الرئيس للساعة. وعن طريق بكرات اخرى يتم تحرك دائرة البروج (المينا)، وسحب ادوات صغيرة لها عجلات من خلف وجه الساعة، الى موضع يثبت فيه قضيب عمودي يحرك الآليات الدقيقة.

ويتم تحريك الموسيقيين عن طريق سحب الماء من احد الاحواض. فالماء يتقطر في وعاء، ومن ثم يتم اطلاقه في اللحظة المطلوبة بصفة مفاجئة، حيث يجري داخل انطقة العجلة المائية التي يجهز محورها بقضبان تضرب قطع الابعاد المثبتة على اذرع الادوات الدقاقة. ومن حوض موضوع تحت عجلة الغرفة، يتدفق الماء في وعاء هوائي فيه صافرة تطلق اصوات الزامرين. فحين يرتفع الماء الى قمة الوعاء الهوائي يبدأ تفريغه، بوساطة صنبور، الى احد الاحواض.

وتعتمد العملية الناجمة لتدوير الساعات المائية على تحقيق معدل ثابت من حركة الماء. واحدى الطرق لانجاز ذلك، هي ان تثبت قاعدة صمام عمودي مخروطي الشكل في نهاية الغطاء او السداد الخارجي لحوض الماء. وتكون تحت قاعدة هذا

الصمام غرفة طوافة يثبت في قمتها قرص صمام مخروطي . يتم ربط الانبوب الخارجي بالنهاية السفلى من غرفة الطوافة . فحين يفتح الغطاء او السداد ، يجري الماء الى داخل غرفة الطوافة فينغلق الصمام في اللحظة ذاتها ، ولا يعاد فتحه في الوقت نفسه الا بعد ان ينساب الماء من غرفة الطوافة ، وآنذاك تبدأ العجلة تدور بصفة مستمرة حتى ينضب الماء الموجود في الحوض . وفي هذه الحالة وحدها لا يبقى للماء فوق الفوهة سوى تموج خفيف جدا .

ولقد عاد نظام الانشوطات المغلقة التي تحركها السيطرة على جهاز التلقيم ، الى الظهور مرة اخرى في اوربا ، وذلك اثناء الثورة الصناعية . ولقد ذكرت الصمامات المخروطية لاول مرة في الغرب من قبل الفنان « ليوناردو دافنشي »[7] ثم اخذت تستعمل بصفة عامة في اوربا خلال القرن السادس عشر .

ولا بد ان هناك مقدار كبيرا من البحث قد جرى قبل ان يتم تركيز اراء « ليوناردو دافنشي » . ويبدو ان من المصيب مثلا ان نعترف بان « دافنشي » قد حصل على بعض الترجمات التي نقلت من اللغة العربية في طليطلة اثناء القرن الثاني عشر . ولعل من الامثلة البارزة على ثمرات المصادر الاسبانية العربية ، هو ادخال المواد الاسلامية في « الكوميديا الآلهية » التي وضعها « دانتي » ، وان التقنيين كانوا بصفة اعتيادية مستعدين على الاقل لتقبل الأفكار الجديدة مثلهم في ذلك مثل الشعراء

تتمثل الطريقة الاعتيادية لتحقيق كمية محددة من الماء في فترات منتظمة ، في صنع الدلو المنكفىء ، وهو عبارة عن وعاء يوازن على قاعدة محاور نصفية بوساطة المساند ، فالماء ينسكب بمعدل ثابت من فوهة متدرجة الى الدلو المنكفئ . فحين يمتلىء الدلو بالماء يميل فتنسكب محتوياته ، ومن ثم يعود الى وضعه الافقي

وفي بعض النماذج يستعمل الماء لتحريك الادوات المتحركة ذاتيا بصفة مباشرة. وفي حالات اخرى يتم ربط اذرع رافعة بالدلو المنكفىء فتقوم محتوياته بتحريك

---

(٧) ليوناردو دافنشى فنان ايطالي شهير وعالم طبيعي معروف عاش في الفترة ١٤٥٤ – ١٥١٩ م ونبغ في التصوير نبوغا فائقا واشتهر بلوحته الموفاليزا او الجوكندة المحفوظة في متحف اللوفر بباريس. وقد وضع فوافنش كتابين مهمين هما « تعليم التصوير » و « الفن والجمال » وكان دافنش قد تلقى دروسه في فلورنسا عن العلوم الرياضية ثم كرس معظم فنه للرسم (م) .

الآلات التي تسجل الوقت . وقد ظهرت الدلاء المنكفئة هذه في اوربا اثناء القرن السادس عشر كأدوات ضرورية لمقاسات الامطار ، وادوات القياس الأخرى التي ما تزال مستعملة حتى الآن .

الهندسة

يمكن استعمال مفهوم « التقنية » و « العلم التطبيقي » بصفة مترادفة لتقرير ان التطورات العلمية لا بد وان تسبق التقدم في ميداني الهندسة والصناعة . غير ان هذا المفهوم يعتبر شيئاً عصرياً بصفة نسبية .

ففي الماضي كانت تستخدم كثير من الظواهر قبل ان يتم فهم قواعدها العلمية فهما صحيحا . وما هو حديث ايضا ، الافتراض القائل بان الهندسة لا بد وان تكون مصحوبة بتحليل رياضي دقيق . فهذان الافتراضان وان كانا صائبين الا انهما يمحوان التمازج المتبادل بين النظرية والتطبيق ، وهو العامل الضروري لتحقيق الاعمال الهندسية الصحيحة الشاملة ولا نريد هنا ان نشير الى عوامل المحيط الاجتماعية والجمالية ، التي غذت الآن هي البداية في ممارسة دورها الصحيح لتطوير المشاريع الهندسية .

لم يكن المهندسون العرب القدامى ، على اكثر احتمال ، قد اولوا المزيد من التفكير لمثل هذه الاعتبارات المجردة. كما انهم لم يدركوا المفهوم الصحيح للتخصص ايضاً .

لقد كانوا في حاجة الى ان تصبح تحت سيطرتهم جميع المهارات العلمية والفنية المعاصرة المتوفرة ، وذلك لكي يحصلوا على افضل النتائج الممكنة من الموارد المحدودة المودعة تحت تصرفهم .

هنالك قليل من الشك في ان المكائن التي وصفوها كانت مصنوعة فعلا ، وان التصاميم كانت تنفذ على نطاق واسع في معظم الحالات ، وان اوصاف طرق الصنع التي اعطاها « الجزري » كانت معقولة جداً .

وما خلا ذلك فاننا نعلم من « ابن جبير » [8] ان الساعة التي وصفها « رضوان »

(٨) ابن جبير (١١٤٥ – ١٢١٧ م) ابو الحسن محمد بن احمد الكناني ولد في بلنسية بالاندلس قام بثلاث رحلات من الاندلس الى الشرق فجاب معظم الممالك الاسلامية ، ودون مشاهداته عنها في=

كانت ما تزال تعمـــل حتى سنة ١١٨٤ م ، وان بقايا اثنين من الساعات المائيـــة التذكارية الهائلة ، ما تزال تشاهد حتى الآن في مدينة « فاس »[*] بالمغرب .

والشيء الواضح تماماً هو ان المهندسين العرب كانوا يمارسون عملهم بجد ، ويعربون عن تفكير ملموس ليس لتحقيق النتائج المطلوبة حسب ، بل ولغرض التأكد من ان المكائن الجاهزة يمكن تشغيلها وصيانتها بيسر .

وليس ثمة ادنى ريب في وجود باعث جمالي للاختراع وتهيئة الحلول الأنيقـــة للمشكلات الهندسية . وواضح ان المهندسين العرب قد جرّبوا مثل هذا الباعـــث ، بقوة ، وانهم لم يصلوا الى المستويات الرفيعة من دونـــه .

كانت التقنية العربية تستند بصفة اساسية ، على قواعد ضغط الماء وضغط الهواء ولم تكن طبعاً معظم العلاقات الرياضية التي تحدد الظواهر الفيزيائية ، قـــد تم تشخيصها بعد . وكان على المهندسين ان يمارسوا قدرا كبيرا من التجربة العملية .

في مستطاعنا ان نستخدم مثلا مفردا لغرض تصور ذلك .

كان «الجزري» يعرف ان تدفق السائل من فوهة ماء يختلف مع رأس الماء الذي فوقه ، لكنه لم يكن يدرك بان العلاقة الصحيحة هي ان الحرف Q يساوي K H فالحرف Q يدل على معدل التدفق ، والحرف K هو الثابت ، والحرف H هو رأس الماء .

وكان « الجزري » يعرف مقدار التفريغ المطلوب حسب الساعة ، كما كان يعرف من التجربة السابقة ، الحد الاقصى لقطر الفوهة ولذلك كان يصنع الفوهة اول الامر جداً ضيقة ، ومن ثم يشرع بتوسيعها وذلك باستعمال سلك نحاســـي ، وهو مسحوق مخدش ، الى ان استطاع الظفر بالمعدل المطلوب للتفريغ .

وبالطبع فلم تكن كل اعمال المهندسين العرب ذات تأثير فعال. لقد كان لديهم تفهم واضح للحساب ، وللهندسة المسطحة ، والقياس . وكانوا يستعملون هـــذه العلوم الى اقصى حد في صنع آلاتهم وتجميعها . ولكن لما كانت قواعد الآليات

= كتاب قيم سماه « تذكرة الاخبار في اتفاقات الاسفار » وقد توفي في الاسكندرية بمصر في رحلته الثالثة وذلك في يوم الاربعاء ٢٧ شعبان ٦١٤ هـ وقد ترجمت رحلته الى معظم اللغات الحية ومنها الانكليزية والفرنسية والايطالية (م) .

معقدة ودقيقة بصفة خاصة، كان يتم التجميع والالصاق النهائيان، بالتجربة الشاقة.

يبدو كثير من الطرق التي استعملت للحصول على المستويات الضرورية للدقة والكمال ، حديثة بالنسبة الينا وبشكل مدهش ، الى ان اكتشفنا فيما بعد ان هذه الطرق قد انتقلت من العرب الى التقنية الاوربية المتطورة .

هناك عدد من الامثلة البارزة على ذلك . فاقراص الصمامات واغطيتها كانت تثبت في قواعدها باستعمال مسحوق مخدش حتى يتم الحصول على الاتقان المطلوب.

فالانواع المختلفة للمشدات والمستعملة في التطبيق الحديث لمعامل التصليح (من امثال مشد الدفع ، ومشد الانزلاق ، ومشد الجري) كانت معروفة ومميزاً حدها عن الآخر .

وعجلات البكرات الكبرى التي كانت تصنع في بعض الأحيان من الخشب المصفح لتقليل التلف ، كانت تركب على الات الخرط ، ويتم تحريكها ، وتضاف قطع صغيرة من الرصاص الى محيطاتها حتى تصبح في توازن قياسي كامل .

وكانت تبذل عناية كبيرة للتأكد من ان اوعية الماء المصنوعة من صفائح نحاسية، هي من قسم نادر، وذلك بطرقها حول الوسائد الخشبية المدورة . اما الاقسام الداخلية من تلك الاوعية فكانت تغلف بالصفيح تغليفا جيدا يمنع التأكل .

ولكي يتم صنع بعض الآلات بدقة اكثر ، كانت تصنع لها نماذج من الورق، للتأكد من أن هذه الآلات سوف تثبت بصفة صحيحة داخل المكائن . وقد وصف « الجزري » طريقة فنية لصب المعادن ، وذلك باستعمال نوع من رمل اخضر اللون في صناديق القوالب المغلقة، وهي طريقة لم تكن قد عرفت في اوربا حتى القرن الخامس عشر .

المكائن

هناك طرازان من الطواحين كانا معروفين منذ العصور القديمة . الاول هو عجلة الماء العمودية التي تحرك حجر الطاحونة بوساطة زوج من العجلات المسننة . اما الطراز الثاني فهو ذات عجلة مائية افقية مريشة ، ذات محرك مباشر لحجر الطاحونة .

ولقد احتسب ان الطراز الثاني من الطواحين يمكن ان يبلغ منتوج عشرة احصن من القوة، وبكفاءة تقدر بخمس وسبعين في المائة. ونستطيع من حسابات الجغرافيين والبلدانيين ان نقدر بان كلا الطرازين من الطواحين كأن مستعملا على نطاق واسع في الديار الاسلامية لطحن الحبوب ، وللاغراض الصناعية الاخرى .

وكان امرا طبيعيا ان تلعب مكائن رفع المياه دورا مهما في اقتصاديات بلدان الشرق الاوسط ، وبصفة رئيسة في الري وفي تجهيز السكان بالماء ايضا . وابسط هذه المكائن هو الشادوف او الكاسح ، وهو من اصل قديم ما يزال يستعمل حتى الآن .

يتألف الشادوف ، بصفة اساسية ، من عمود طويل يوازن على مرتكز في احدى نهايتيه دلو ، وثقل مواز في النهاية الاخرى من المرتكز . اما النوع الثاني ، وهو اكثر تعقيداً ، فانه يعرف باسم « الساقية » ، وهو عبارة عن سلسلة من دلاء كانت معروفة في العصور القديمة ، لكنها — على اكثر احتمال — لم تكن تستعمل على على نطاق اوسع الا في حدود القرن الخامس [9] حين ادت اضافة ادوات اسنان التروس والروافع الى تحسين قابليتها . وكانت هذه المكائن تدار بوساطة حيوان يسير في طريق دائري . فهناك عمود يربط الحيوان بالعجلة الأفقية المسننة التي تشتبك بعجلة افقية مسننة اخرى ، حيث يقوم محور العجلة المسننة الثانية بتحريك العجلة التي تحمل سلسلة الدلو ، . فبعد ان تغوص الدلاء في البئر ، يفرغ كل دلو محتوياته من الماء في قناة للري ، او في حوض حين يصل الدلو الى قمة العجلة

وما تزال الساقية مثل الشادوف مستعملة حتى اليوم . مع انها آلة معقدة تماما تحتوي على اكثر من مائتي قطعة منفصلة ، الا ان في الامكان صيانتها بشكل صحيح على ايدي الصناع المحليين ، وذلك لان المضخة غالية الثمن ، ولا يمكن اصلاحها بيسر دوما .

وفي المناطق التي يصبح فيها تجهيز الماء مسألة حياة اوموت من الناحية الادبية ،

(٩) يقصد بها « النواعير » جمع « ناعورة » وقد انتشرت هذه في العراق في اواخر الحرب العالمية الاولى، وقبل انتشار المضخات المائية بعدة سنوات . وكانت البغال تستخدم لتدوير الناعورة . اماالنواعير القائمة حتى اليوم في اعالي نهر الفرات فانها تدار بقوة الماء ذاته (م) .

تكون للشادوف وللساقية منافع تفوق – من الناحية النظرية – منافع المضخات ذوات الكفاءة المتزايدة .

كانت المكائن الخمس ذات النطاق الكامل التي وصفها « الجزري » قد صممت كلها لغرض رفع الماء . وتشمل اربع من هذه المكائن على مظاهر ذات اهمية عظمى في تأريخ التقنية الآلية . ذلك لان اولى هذه المكائن كانت تستخدم القوة الحيوانية في رفع شادوف قناة الماء ، وهي عبارة عن قناة خشبية ذات مجرفة كبيرة في احدى النهايتين ، ومرتكز في النهاية الاخرى . فالمجرفة تغطس في البئر ، وحين يرتفع الشادوف فوق المرتكز يجري الماء في القناة ، ثم يصب في سواقي الري

وتنتقل القوة من حمار يشد الى محور عمودي يتحرك مثلما يتحرك الحمار حوله في دائرة . ويقوم المحور ، عن طريق زوج من العجلات المسننة ، بتحريك محور افقي ركبت فوقه عجلة توجد في الربع من محيطها اسنان . وهذه العجلة متعاشقة في ترس مسنن ركب على المحور الافقي الذي ثبت الشادوف فيه . فحين يدور الحمار يرتفع الشادوف ويهبط في الوقت الذي تتعاشق فيه العجلة المسننة المنفلقة مع الترس المسنن ، وتنفصل عنه .

ولقد ظهرت هذه الاسنان المقسمة ، والتي تجد لها استعمالات كثيرة في الهندسة الحديثة ، لاول مرة في الغرب ، وذلك في الساعة الفلكية التي اكملها « جيوفاني دي دوندي » سنة ١٣٦٤ م

اما ماكنة « الجزري » الثانية ، فانها كانت تحسينا لماكنته الاولى . فلها اربعة شواديف ، وعجلات مسننة مقسمة ، وتروس مسننة من شأنها ان تضاعف المنتوج. وهناك تحسين آخر كان – طبقاً لما ذكره « الجزري » – يهيء العمل بشكل ايسر وذلك عن طريق خفض قوى التوازن .

اما الماكنة الثالثة التي صنعها « الجزري » فهي تستخدم شادوف قناة الماء ايضا ، ويديرها حمار يسير في طريق دائري . ولكن في هذه الحالة تتحرك نهاية الذراع داخل مجموعة من الاسنان التي تدخل في شق طويل تحت قناة الشادوف . فحين تستدير الذراع يأخذ الشادوف بالارتفاع والهبوط .

ومع ان الاذرع كانت مستعملة قروناً طويلة في الطواحين اليدوية ، وفي وسائل اخرى من امثال الرافعات والآلات الرحوية ، الا انها كانت في كل الحالات تدار باليد . وقد وفرت ماكنة « الجزري » هذه اول مثال في التأريخ على الذراع التي تستعمل في الماكنة .

والماكنة الرابعة ضئيلة الاهمية ، وهي تتألف بكل بساطة من سلسلة من الدلاء التي تديرها عجلة مجرفة خفية . وكان يقصد من صنع للهذه الماكنة بكل وضوح ان تنصب وتستعمل على مقربة من احدى برك الزخرفة والزينة .

على ان ماكنة الجزري الخامسة تعد ذات اهمية كبرى ، ذلك لانها كانت الاساس المهم لتطوير المكائن النجارية ، ومكائن الضخ . (توجد نسخة من الصورة التي رسمها الجزري لهذه المضخة وهي تحمل ارقاما رومانية . وقد صممت هذه المضخة باسطوانتين لرفع المياه الى ارتفاع حوالي ثلاثة وثلاثين قدما اي عشرة امتار).

وضعت عجلة البكرة الكبيرة (K) في جدول ماء جار ، وهي تحمل على محورها الافقي الموسع ، العجلة المسننة (M) التي تتعاشق مع العجلة المسننةالاخرى (W) المركبة على صندوق كبير . ويوجد عند الحافة الخارجية لهذه العجلة الثانية ، وتد مثبت بشكل اعتيادي في سطح العجلة ، ويدخل هذا الوتد في العمود المشقوق. (Q) وتدور النهاية السفلى منه في قعر الصندوق .

فحين تدور العجلة يتحرك الوتد الى اعلى والى اسفل داخل الشق ، ويتذبذب العمود من جانب الى آخر . وقد تم تثبيت عمودي الربط (F) و (I) بوساطة حلقة ، ومسامير مفروزة في جوانب العمود المشقوق . وفي نهاية كل من هذين العمودين ثبت مكبس مصنوع من قرصين نحاسيين دائريين حصر حبل بينهما .

وتدخل المكابس الى الاسطوانتين A و T اللتين ثبتتا بشكل افقي عبر جوانب الصندوق ، وجهز كل مكبس بانبوب ماص P و B يهبط الى الماء . وتم انقاص قطر كل من انبوبي القذف F و Z بعد ابتعادهما عن المكابس بمسافة قصيرة وتم ربطهما سوية لتكوين مخرج واحد لقذف الماء . كذلك زودت فتحات المص والقذف بصمامات مطقطقة ذات طريق واحد (D، S، J، Y)

فحين يبدأ العمود المشقوق بالتذبذب ، يشرع احد المكابس بعملية القذف ، بينما يشرع المكبس الآخر بعملية المص وهكذا فان هذه المضخة التي تعمل حسب قاعدة عمل مزدوجة ، تعد اول مثال شهير لتحويل العملية المتناوبة الى عملية متبادلة كما انها تعتبر شهيرة لاحتوائها على انابيب مصاصةحقيقية ولو انها لم تكن انابيب قصيرة .

ففي المضخات اليونانية والرومانية التي عرفت لنا من الكتب والاكتشافات الأثرية ، تستقر الاسطوانات المفردة بشكل عمودي في الماء ، ويكون مدخل المص عبارة عن ثقب في القعر مغطى بصمام من الصفيح .

كانت آلات الحصار التي استعملها العرب في اوائل فتوحاتهم ، مماثلة — على اكثر احتمال — لتلك الآلات التي طوّرها الاغريق والرومان ، وهي عبارة عن مجانيق كانت تعتمد على مرونة الاخشاب ، او الحبال المفتولة لتحقيق انطلاقها الشديد المدمر . فهذه الآلات تقذف بشكل يسير مقذوفات خفيفة ، ولكن لا يمكن الاعتماد عليها لأن مرونة الحبال المصنوعة من عروق الاشجار تتغير تبعا لتغير درجة الحرارة ، والرطوبة ، والعمر .

ومع ذلك ففي نهاية القرن السابع تم ادخال آلة اكثر قوة الى بلدان الشرق الاوسط من « الصين » عبر اسيا الوسطى . وكانت هذه الآلة تتألف من عمود يدور في نقطة تقسم طوله بنسبة اثنين الى واحد ، او اكثر او اقل تبعا لحجم الآلة . وتربط رافعة لحمل المقذوفات في النهاية الطويلة من الذراع ، ويتم قذف المقذوفات من قبل طائفة من الرجال يسحبونها فوق حبال مثبتة في النهاية القصيرة من العمود او الذراع .

وبعد وقت طويل ، وربما في اواسط القرن الثاني عشر ، تم اختراع آلة اكثر قوة ودقة في مكان ما من منطقة شرقي البحر الابيض المتوسط . ففي هذه الالة التي تعرف بالمنجنيق حل الثقل المتوازن محل طائفة الرجال الذين يسحبون المقذوفات فوق الجبال .

لسنا متأكدين حتى الآن ان كانت هذه المجانيق من اصل مسيحي ام اسلامي (١٠) لكننا نعرف ان العرب سرعـــان ما اصبحوا خبراء في صنـــع هذه المجانيق وفي استعمالها . ولقد تم استعمال مجاميع المجانيق في حصار ميناء « عكا » في سنة ١٢٩١ م (١١) . كما علم ايضا ان اثنين من المهندسين المسلمين صنعا مجانيق للقائد المغولي « قبلاي » في سنة ١٢٧٢ م (١٢) .

الادوات

ليست لدينا اية اوصاف دقيقة عن الادوات التي كان المهندسون العرب يستعملونها. لكننا نستطيع ان نستنتج من اعمالهم ، ان مدى الآلات التي كانت متوفرة لديهم واسع جدا . فقد اشتملت المواد التي كانوا يستعملونها على الاخشاب ، وصفائـــح النحاس ، والحديد (المعتاد ان الحديد كان يستعمل لصنع المشدات الصغيرة والمساجر والمحاور) بالاضافة الى كميات قليلة من الذهب ، والفضة ، والزجاج ، والقصدير ، والرصاص .

وكانوا يصنعون الاخشاب بكفاءة عالية . فهم يحزونها ويثقبون فيها ثقوبا دائرية ، ويجعلونها مسطحة وناعمة بشكل تام ، ويقطعونها الى قطع منحنية . وعلى هذا فاننا نفترض بانه كانت لدى الصناع مطارق ، وازاميل ، ومخارم ، ومثاقب ، وانواع عديدة من المناشير ، وطراز واحد على الاقل من المساحج التي تفي بالغرض . ولا بد ان كانت المرتكزات الصلبة التي يجري العمل فوقها ، وبعض الوسائل التي يثبت العمل بها ، تعتبر من التجهيزات القياسية .

---

(١٠) كانت المجانيق معروفة لدى سكان سوريا وفلسطين والعراق قبل ظهور الاسلام بعدة قرون. وخير شاهد على ذلك المنجنيق الذي عثرت عليه مديرية الاثار العامة قبل سنوات في مدينة « الحضر » وهو بكامل عدته (م) .

(١١) حاصر الصليبيون ميناء عكا سنة ١١٩٠م وسدوا عليها المنافذ من كل صوب، ومع ذلك فقد صمدت زهاء عامين ثم دخلها الصليبيون في تموز سنة ١١٩١ . واعاد التاريخ نفسه مرة اخرى وفي سنة ١٢٩١ حاصر المسلمون الصليبيين داخل عكا ، ثم هاجموها بالمجانيق وكباش الحصار ، واستولوا عليها وبذلك تم طرد الصليبيين نهائيا من البلاد العربية. ومن ثم فقد عاد احفاد الصليبين من الانكليز فاستولوا على فلسطين والقدس سنة ١٩١٧ لتغدو بعد ذلك لقمة سائغة في افواه الصهاينة(م).

(١٢) هو قبلاي خان (١٢٦٩ – ١٢٩٤ م) انبراطور المغول الذي سيطر على بلاد الصين ، واتخذ مدينة بكين باكنغ عاصمة له ، وقد اشتهر بعطفه على المسلمين والافادة من علومهم وفنونهم (م) .

كانت صفائح المعدن تطرق في اشكال متداخلة ، حيث تستعمل في ذلك انواع من المطارق لصنع المعدن . وكانت الاجزاء يربط بعضها ببعض بواسطة الالحام بالقصدير . وكانت الاجزاء الداخلية من اوعية المـــاء يجري تصفيحهـــا بالصفيح ، مما يدل على ان حديد الالحام ، من اشكال وأحجام مختلفة ، كان متوفراً حقاً .

لدينا معلومات قليلة اخرى تخص الادوات. ذلك ان «الجزري» يشير الى آلة خرط الخشب عدة مرات . وهناك احتمال بانه هو نفسه كان يستعمل هذه الآلة في عمليات الخرم الدقيقة ، وكذلك في تدوير الادوات الدائرية . وقد استعمل المهندسون العرب المبارد لصنع اسنان العجلات المسننة ، ولازالة المعدن الزائـــد عن قوالب الصب والسبك ، كما انهم كانوا ينظفون سطوح المعادن باداة قاشطة قبل ان يصبغوها .

وكانوا يصنعون نماذج ازهار متقنة من البرنز والنحاس بوساطة الازاميل . كـــما كانوا في بعض الاحيـــان يستعملون حفـــر الصور والنقوش على المعادن بشكـــل واضح ، وهو ذلك الفن الذي ازدهر في العالم العربي .

ولما لم تكن البندقات ، والمسامير المسننة ، واللوالب الخشبية مستعملة بصفـــة عامة ، حتى حدوث الثورة الصناعية ، فلم يكن لدى العرب قبلا ادوات للفتح وللبرم . اما بالنسبة الى المقاس والتركيب فانهم قد استعملوا القواعد ، والحافـــات المستقيمة ، ومقاسات الزوايا ، والمربعات ، والبوصلات والمقسمات .

ولم تكن المقسمات تستعمل لتأشير الدوائر حسب ، وانما لفصل الأقراص عن الصفائح المعدنية . وكانت الانواع الافقية منها تفحص حسب مستوى الماء ، في حين تفحص العمودية منها بخط ممتلئ .

هنالك دليل واضح على ان الالمام بالعلوم والطب والرياضيات ، والفلسفة العربية ، كانت كلها قد وصلت الى اوربا في شكل كتابات مدونة . غير انه لا يوجـــد سوى دليل ضئيل على ان آراء المهندسين العرب قد انتقلت بالوسيلة ذاتها . ومـــع ذلك فان مما يوثق فيه كثيرا جدا ، هو ان منهاجا للبحث قد اتخذ اولا لاكتشاف

مخطوطات عربية غير معروفة قبلا حول الموضوعات الهندسية، وثانيا عما اذا كانت توجد اية ترجمات قد اجريت خلال العصور الوسطى للوثائق الهندسية العربية باللغات الاوربية .

وحتى اذا ما اثبت ان مثل هذا الاستقصاء غير مثمر ، فان هذا لا يعني — باية حال — ان التقنية العربية لم تكن قد انتشرت خارج العالم العربي . فلا مجال للتساؤل حول هذا الامر ما دامت الهندسة الاوربية — كما رأينا — قد ادخلت الكثير من المفاهيم والفنون الصناعية العربية . فلقد كانت الآراء التقنية تنتقل بصفة متواصلة من حضارة الى اخرى ، عن طريق تقارير الرحالين ، وعن طريق نظار الوكلاء التجاريين ، وبالاتصالات المباشرة بين ارباب الحرف . وحتى في العصور الحديثة ، كانت مثل هذه الوسائل المتبادلة اكثر استمرارا ، واعظم نفعاً من الاتصالات المكتوبة .

ربما كان المؤرخون يميلون الى التركيز على الحروب التي وقعت بين الاسلام والغرب ، وانهم كانوا يهملون — بصفة نسبية — العلاقات التجارية والثقافية ، بل وحتى العلاقات السياسية الوثيقة التي قامت في اماكن مختلفة خلال الفترة الممتدة من القرن التاسع حتى القرن الثالث عشر وما بعده .

والواقع ان مثل هذه العلاقات كانت عامة ، ولا نستطيع ان ندرج منها سوى امثلة شهيرة قليلة من امثال تبادل السفارات بين بلاطات العباسيين والحكام الكارولنجيين (١٣) ، واختلاط العرب ، والرومان والهوهنستوفن (١٤) في صقلية ، والترتيبات التجارية بين المدن الايطالية وبلدان المشرق (١٥) ، وكذلك الامتزاج الذي حل بين سكان شبه جزيرة « ايبريا » طول تلك الفترة بكاملها .

---

(١٣) الكارولنجيون Carolingians هي السلالة الثانية التي حكمت بلاد فرنسا في الفترة ما بين سنتى ٧٥٠ و ٩٨٧ م . وكان نجمهم قد بدا بالتألق في اوربا منذ سنة ٦٥٠ م (م) .

(١٤) الهوهنستوفن Hohenstoufens اسرة حكمت المانيا في الفترة ١١٣٨ — ١٢٠٨م ومن ثم بين سنتى ١٢١٢ — ١٢٥٤ م مؤسس الاسرة هو الكونت فردريك . وقد نجح احد ملوك الاسرة ، هنري الرابع ، في توسيع مملكته وضم اليها صقلية ايضا بعد زواجه من احدى الاميرات فيها (م) .

(١٥) يقصد ببلاد المشرق Levant هنا سوريا ولبنان وفلسطين احيانا (م) .

ولقد غدا ممكنا عن طريق البحث الحاذق ، وضع الوسائل التي تستطيع بها الاراء الهندسية ان تنتقل في هذه المناطق التي كان الاسلام والمسيحية فيها على اتصال وثيق وقد اصابت بعض الجهود السابقة شيئا من النجاح بالنظر الى المبادئ المتعلقة . فقد اظهرت هذه الجهود مثلا ان الطاق والعقود المدببة — وهي من الادوات الضرورية للتطورات التي طرأت على العمارة الغوطية — كانت قد انتقلت في اوائل القرن الحادي عشر من مصر في عهد الفاطميين الى « « امالفي » (١٦) وهي مدينة لها علاقات واسعة مع مصر في ذلك الوقت وليس من اليسير ان نتعقب خط استعارات الفنون الهندسية ، والادوات الجميلة . ولكن من المتوقع ان تحقق الاستقصاءات المباشرة بشكل مؤكد كثيرا من النتائج المهمة .

بديع الزمان اسماعيل الرزاز الجزري

في الطبعة الممتازة التي اصدرتها جامعة اكسفورد لكتاب « تراث الاسلام »(١٧) الذي شارك في تحريره كل من « توماس ارنولد » و « الفرد غيوم » ، وهو مصنف يقع في حوالى اربعمائة صفحة ، مضى على اصداره اقل من نصف قرن (١٨) ، ثم اختصار كل التراث القديم للتقنية الاسلامية ، والالات والهندسة ، في اثني عشر سطرا . ولم يذكر في الكتاب سوى اسم مؤلف واحد هو « بديع الزمان بن اسماعيل ابن الرزاز الجزري ، الذي اصبح مصنفه المعنون « كتاب في معرفة الحيل الهندسية » متوفرا بصفة نهائية باللغة الانكليزية وذلك بفضل الكفاءة الممتازة التي ابداها « دونالد هل » (١٩) من جامعة لندن . وكنتيجة لذلك فان كل مؤلفات

(١٦) امالفي Amalfi من مدن ايطاليا الشهيرة. تقع على بعد اثنى عشر ميلا عن « سالرنو » برزت اهميتها في اواسط القرن السادس الميلادي فاصبحت من اهم مراكز التبادل التجاري مع البندقية وجنوا . وقد خضعت في بداية القرن الثاني عشر لنفوذ ملك صقلية (م) .

(١٧) ترجم كتاب تراث الاسلام هذا الى العربية مرتين . قام بالترجمة الاولى كل من حسين مؤنس ، وعبداللطيف محمود حمزة ، واحمد عيسى وطبعت في القاهرة في جزأين سنة ١٩٣٦ . اما الترجمة الثانية فقد قام بها جرجيس فتح الله وطبعت في الموصل بجزأين سنة ١٩٥٤ واعيد طبعها في بيروت سنة ١٩٧٠ (م) .

(١٨) صدرت الطبعة الانكليزية الاولى للكتاب في اكسفورد سنة ١٩٣٣ والثانية في سنة ١٩٤٣ (م)

(١٩) هو صاحب هذا البحث الذي ترجمناه (م) .

التراث اللاحقة ينبغي ان تخصص مجالا اوسع للمنجزات العربية والاسلامية في هـذا الميدان .

لا يعرف في الغالب ادنى شيء عن حياة « الجزري » ، ما خلا وقائع قليلة موجزة وردت في مقدمة كتابه ، وكل ما يمكن استخلاصه من هذه المقدمة ، ومن مصيرها اللاحق في اسلوب المخطوطات . ويشير اسمه الى انه قد جاء من الجزيرة ، وهي ارض بين الفرات الاعلى ودجلة ، اي فيما يعرف اليوم باسم شرقي تركيا . وشمالي شرقي سوريا ، وشمال العراق [٢٠] ولقد كان اسياده من السلالة الارتقية التركمانية ، التي تركزت في « ديار بكر » في القسم الجنوبي الشرقي من تركيا [٢١] .

ولقد دخل الجزري في خدمة هذه السلالة الحاكمة التي كان يتزعمها نور الدين محمود الذي حكم في الفترة من سنة ١١٧٤ م الى سنة ١١٨٥ م . كما خدم خلفه وهو ابنه « قطب الدين » الذي حكم من سنة ١١٨٥ م الى سنة ١٢٠٠م ودخل ايضا في خدمة اخيه « ناصر الدين » الذي حكم من سنة ١٢٠٠ م الى سنة ١٢٢٢م وكان الجزري قد بدأ خدمته لهذه الاسرة في سنة ١١٨٠ م ، واكمل عمله الاساسي عن الادوات الميكانيكية بعد خمس وعشرين سنة من ذلك الوقت .

ليس من الواضح تماماً معرفة المقدرة الاساسية التي خدم الجزري بها الاسرة الارتقية . غير ان ذكره للكيفية التي اقدم بها على وضع مؤلفه ، تشير الى انه ربما كان واحدا من مهندسي البلاط ، وان عمله كان يقتصر على انتاج الات عجيبة وجميلة ونافعة لاستئناس الحاكم وحاشيته بها .

يقول الجزري في مقدمة كتابه ما يلي : « كنت في حضرة ناصر الدين في يوم من الايام ، وقد جلبت له بعض ما امرني بصنعه ، وراح ينظر الي وينظر الى ما صنعته ويمعن التفكير فيه دون اية ملاحظة مني . ولقد حزر ما كنت افكر فيه ،

---

(٢٠) اخطأ الكاتب في ذلك فنسبة الجزري ليس الى الجزيرة وانما الى « جزيرة ابن عمر » (م) .

(٢١) السلالة الارتقية (١١٠١–١٣١٢م) اسسها « ارتق ابن اكسب من زعماء جيش السلاجقة وكانت قاعدتها مدينة ديار بكر وحكم منها ثمانية امراء آخرهم ركن الدين مودود وقد انقرضت هذه السلالة على ايدي الايوبيين (م)

وكشف بشكل مصيب ما كنت قد اخفيته ، ثم قال « لقد صنعت ادوات منقطعة النظير ، وعن طريق القوة جلبتها كاعمال ، ولهذا فان عليك ان لا تضيع ما وطنت نفسك عليه ، وما صنعته بكل وضوح . واود ان تضع لي كتابا يجمع كل ما ابتدعته على انفصال ، وان تجمع نخبة من المواد والصور المفردة » .

ومهما كانت وظيفة الجزري فان كتابه في الواقع قد انتج الخطط لصنع الساعات المائية ، ولصنع الآلات العجيبة ، حيث نشاهد الفتيات الآليات يقمن بوضع الاقداح في يد الحاكم ، وكذلك صنع المزايمير التي تزمر ذاتيا ، ومكائن الري النافعة ، ومواد الزينة الخالصة ، من امثال الابواب التذكارية المزخرفة التي تعد من اقدم الاوصاف لعملية صب الرمل اخضر اللون ، والذي لم يكتب اول وصف اوربي له الا في سنة ١٥٤٠ م .

وبصفة عامة فان الفنون الصناعية التي ورد صنعها في كتاب الجزري ، كانت قد اغرت التقنيين الذين سبقوه من اليونانيين والاسيويين. غير ان كتابه يتقن النماذج السابقة ، ويحقق بعض السوابق المهمة في هذا المضمار . .

من بين المضاهر المميزة لعمل الجزري والتي كانت مغايرة بشكل بارز لما عمله فيما بعد « ليوناردو دافنشي » والتي تتطلب الادوات التي صنعها مقارنة بصفة حتمية ، ان الجزري لم يعط امثلة للالات التي كانت تستعمل في الحرب . فهو لم يصور في كتابه المجانيق ، ولا الكباش الناسفة للاسوار ، ولا الصواريخ ، ولا الغواصات . لكنه بدلا من ذلك راح يخترع الآلات التي من شأنها ان تسر الاغنياء او التي تنفع المجتمع .

وقد يتصور المرء ان كتاب الجزري كان مهما له نفسه ولاسياده . ومع ذلك فان المخطوطة الاصلية للكتاب كان يجري استنساخها غالبا ، الى درجة جعلتنا نتصور مدى اهتمام الاسلام الواسع في هذا الشأن . فلقد عرف حتى الآن وجود خمس عشرة نسخة من مخطوطة كتاب الجزري هذا ، اربع عشرة منها عربية . واقدم هذه النسخ مؤرخة في سنة ١٢٠٦ م وآخرها ، وهي ترجمة فارسية للكتاب ، مؤرخة في سنة ١٨٧٤ م وقد استنسخ بعض هذه النسخ في سوريا وفي مصر ، وان واحدة

من هذه النسخ على الاقل ، من اصل مغولي . ومـع ذلك فلا يوجـد دليـل على ان « كتاب في معرفة الحيل الهندسية » قد اصبح جزء من التطور الثقافـي العالمي المتواصل .

وعلى اساس الدراسة المتوفرة لنا ، نجد انفسنا مجبرين على الاعتقاد بان كتاب الجزري ، بمختلف الصور والاقطار التي تصوره ببراعة ، لم ينقل مثل هـذه السوابق المهمة ، كالصمامات المخروطية ، الى الثورة الثقافية الاوربية التي عرفت باسم النهضة . وحتى اذا كان مثل هذا الانتقال لم يحدث فعلا ، فلا بد للمرء من ان يعجب من عدم حدوثه في ذلك الوقت الذي كان فيه كتاب الجزري قد ظهر بصفة نسبية في اوائل العصر الإسلامي الوسيط ، وفي وقت كان فيه انتقال الحضارة من الشرق الى الغرب ، قد بلغ ذروته .

لا يوجد حل قسري لهذا السر الذي يشير بنفسه الى نفسه . غير ان الاهتمام المتجدد بالتقنية العربية الاسلامية ، قد يتوصل الى حل هذا السر في وقت ما ، والى ان يتحقق ذلك فلن تبقى لدينا سوى الحقيقة القائلة ، اذا كان الجزري ، مثل يونااردو دافنشي ، قد كرس جزءا من عبقريته لصنع آلات الحرب ، فـان اسمه سوف يجد له الذكر الحسن في بلاد الغرب في هذه الايام

د . ب . ونـدر

